



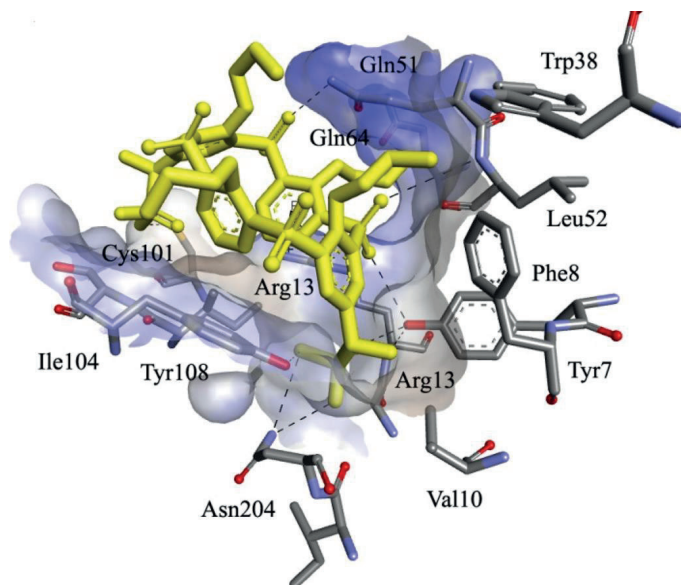
FUNDAMENTAL AND APPLIED
RESEARCH IN MODERN CHEMISTRY
AND PHARMACY

**COLLECTION OF ARTICLES
«FUNDAMENTAL AND APPLIED RESEARCH IN MODERN CHEMISTRY
AND PHARMACY»**

(on the materials of the 11th International Correspondence Scientific-Practical
Conference of Young Scientists: Nizhyn, April 15, 2025)

**ЗБІРНИК СТАТЕЙ
«ФУНДАМЕНТАЛЬНІ
ТА ПРИКЛАДНІ ДОСЛІДЖЕННЯ
В СУЧАСНІЙ ХІМІЇ ТА ФАРМАЦІЇ»**

(за матеріалами XI Міжнародної заочної науково-практичної
конференції молодих учених : Ніжин, 15 квітня 2025 р.)



Рекомендовано Вченою радою НДУ ім. М. Гоголя, протокол №11 від 29.05.2025 р.

Редакційна колегія:

д.х.н., проф. В. В. Суховєєв (*головний редактор*),
чл.-кор. НАН України д.х.н., проф. А. І. Вовк,
чл.-кор. НАН України д.х.н., проф. В. С. Броварець,
д.т.н., проф. І.М. Курмакова, д.х.н., проф. О. С. Лявинець, д.х.н.,
проф. Л. А. Шемчук, д.фарм.н., проф. А. М. Демченко,
д.фарм.н., проф. Ю. А. Федченкова, д.мед.н., проф. Г. П. Потебня,
к.х.н., доц. В. С. Барановський, к.х.н., доц. О. В. Москаленко,
к.х.н., доц. С. А. Циганков, к.фарм.н., доц. В. О. Янченко,
д-р філософії Ельжбета Сікора

Збірник статей «Фундаментальні та прикладні дослідження в сучасній хімії та фармації» за матеріалами XI Міжнародної заочної науково-практичної конференції молодих учених (Ніжин, 15 квітня 2025 р.) / заг. ред. В. В.Суховєєва. – Ніжин : НДУ ім. Миколи Гоголя, 2025. – 89 с.

Збірник містить статті учасників XI Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених **«Фундаментальні та прикладні дослідження в сучасній хімії та фармації»** (м. Ніжин, 15 квітня 2025 р.).

Для молодих науковців та фахівців, що працюють у галузі органічної, біоорганічної, фармацевтичної, неорганічної та нафтохімії у наукових закладах та вищій школі.

Тексти статей опубліковані у збірнику із збереженням авторського стилю.

© Автори статей, 2025

© Редакційна колегія, 2025

© НДУ ім. М. Гоголя, 2025

Зміст

<i>Damian Lisowski, Elżbieta Sikora</i> Innovative formula of gel for automatic dishwashing	6
<i>Bibianna Nowak, Elżbieta Sikora</i> The concept of integrating compact detergents with biodegradable packaging	11
<i>Симчак Р.В., Тулайдан Г.М., Яцюк В.М., Барановський В.С.</i> Каталітичне аніонарилювання амідів акрилової і метакрилової кислот солями 5-карбоксифенілен-1,3-бисдіазонію	16
<i>Підгурська Д.В., Тулайдан Г.М., Симчак Р.В., Барановський В.С.</i> Синтез арилтрифлорометилсульфідів в умовах реакції дедіазоніювання арилдіазоній тозилатів	20
<i>Бондар О.С., Завада Д.М., Курмакова І.М.</i> Протикорозійна дія похідних оксодіазолу у кислому хлоридному середовищі.....	24
<i>Борук С.Д., Куліш В.Г.</i> Застосування модифікованих адсорбентів для захисту природних вод від забруднення солями важких металів.....	28
<i>Буй А. О., Семеніхін А. В., Федченкова Ю. А.</i> Попередні дослідження опалого листя клену звичайного як перспективного джерела біологічно активних речовин	32
<i>Василенко Н.М., Циганкова В.А., Андрусевич Я.В., Качаєва М.В., Пільо С.Г., Соломянний Р.М., Броварець В.С.</i> Пошук нових регуляторів росту рослин гороху (<i>Pisum sativum</i> L.) серед похідних тіоксопіримідину	34
<i>Голінко А.О., Суховєєв В.В., Демченко А.М.</i> Синтез та прогнозована противірусна активність 3-R-6-(2 ¹ -метил-3 ¹ -хлорофеніламіно)-7H-[1,2,4]тріазоло[3,4-b][1,3,4]тіадіазинів.....	39
<i>Заводовська Л.П., Суховєєв В.В., Потебня Г.П., Демченко А.М.</i> Синтез та протибластомна активність 2-аміно-3-бензоїліндолізін-(2 ¹ ,3 ¹ -диметилфеніламід)-1-карбонової кислоти	41
<i>Заводовська Л.П., Суховєєв В.В., Циганков С.А., Демченко А.М.</i> Синтез та противірусна дія 2-аміно-3-бензоїліндолізін-(2 ¹ -етилфеніламід)-1-карбонової кислоти	45
<i>Запорожець Д.В., Виджак Р.М., Панчишин С.Я., Суховєєв В.В.</i> Синтез нітрилів та естерів 2-(3-бром-4-алкіл-6-метилпіразоло[4,3-с]піразол-(1 та 2)(4H)-ілів) та дослідження їх властивостей.....	47

Індивідуальність синтезованих сполук встановлювали методом ТШХ на пластинках Silufol UV-254 (елюенти бензол : метанол (4:1), метанол : бензол : ацетон (1:3:1)).

3-(3-Аміно-2-бромо-3-оксопропіл)-5-бромобензойна кислота (1a)

До 1.7 г (0.024 моль) акриламід, 0.8 г (0.0023 моль) гексагідрату тетрафлуороборату купруму (II) і 5.7 г (0.048 моль) броміду калію в 150 мл водно-ацетонової (1:2,5) суміші додавали впродовж 30 хв. 7.6 г (0.022 моль) тетрафлуороборату 5-карбоксіфенілен-1,3-бисдіазонію. Азот виділявся при $-25 \div -20^{\circ}\text{C}$ впродовж 1 год. Після завершення виділення азоту в реакційну суміш додавали 30 мл води і екстрагували 50 мл діетилового етеру. Витяжки промивали водою, сушили безводним хлоридом кальцію. Після упарювання етеру залишок витримували при -20°C впродовж доби в результаті чого проходила його кристалізація. Після перекристалізації з метанолу і одержали 4.4 г (58%) сполуки 1a у вигляді світло-жовтих кристалів з температурою плавлення 174°C .

За аналогічними методиками одержані сполуки 1b, 2a, b.

Перелік інформаційних джерел

1. Яцюк В. М., Барановський В. С., Грищук Б. Д. Ароматичні солі тетразонію в реакції тіоціанатоарилування амідів ненасичених кислот. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія: Хімія*, 2012. Вип. 19. С. 29-32.
2. Baranovskii V. S., Yatsyuk V. N., Grishchuk B. D. Bisdiazonium Tetrafluoroborates as Arylating Agents in Anionarylation of Acrylamides and Methacrylamides. *Journal of General Chemistry*. 2013. V. 83, N. 11. P. 2040-2043.
3. Mathew C., Gitlina A. Y., Bormann C. T., Fadaei-Tirani F., Genoux A., Severin K. 1,2-Bis-Triazenylarenes Enable Vicinal Sandmeyer-Type Reactions. *Angewandte Chemie International Edition*. 2025. e202423498.

УДК 547.538+547.466

Підгурська Д.В., Тулайдан Г.М., Симчак Р.В., Барановський В.С.

*Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка*

СИНТЕЗ АРИЛТРИФЛОРОМЕТИЛСУЛЬФІДІВ В УМОВАХ РЕАКЦІЇ ДЕДІАЗОНІЮВАННЯ АРИЛДІАЗОНІЙ ТОЗИЛАТІВ

Досліджено закономірності каталітичного і некаталітичного дедіазоніювання арилдіазоній тозилатів у присутності органічних S-нуклеофілів – трифлуорометилсульфід-йонів. На основі встановлених теоретичних закономірностей та одержаних експериментальних результатів рекомендовано

тозилати арилдіазонію як достатньо ефективні арилюючі реагенти в реакціях Гаттермана-Зандмейєра, Меєрвейна і аніонарилювання ненасичених сполук.

The regularities of catalytic and non-catalytic dediazonization of aryldiazonium tosylates in the presence of organic S-nucleophiles, trifluoromethylsulfide ions, have been investigated. On the basis of the established theoretical regularities and experimental results, aryldiazonium tosylates are recommended as sufficiently effective arylation reagents in the Gatterman-Sandmeyer, Meerwein and anionarylation reactions of unsaturated compounds.

Ключові слова: дедіазоніювання, тетрафлуороборати і тозилати арилдіазонію, арилюючі реагенти, арилтрифлуорометилсульфіди.

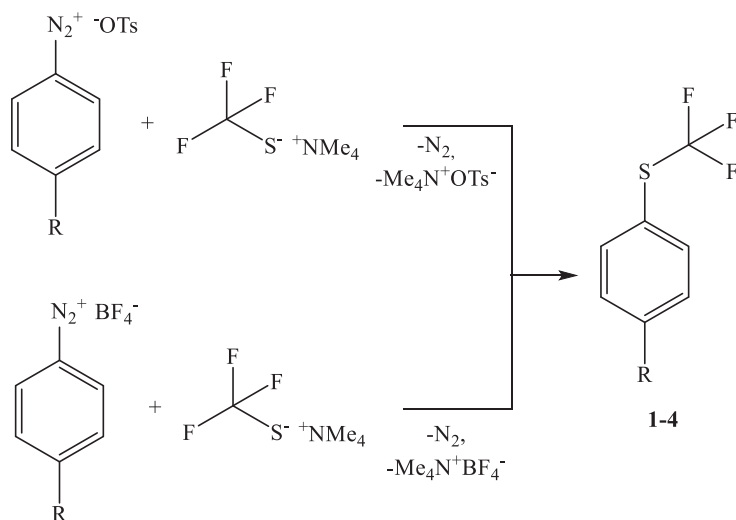
Висока реакційна здатність ароматичних солей діазонію зумовлює необхідність їх використання відразу після одержання, тому часто дані сполуки не виділяють з розчинів у індивідуальному стані (галогеніди, нітрати, сульфати, перхлорати та ін.). Стійкішими є арилдіазонієві солі з комплексними аніонами (такими як BF_4^- , PF_6^- , SbF_6^- , CuCl_4^{2-} , ZnCl_3^- , SnCl_6^{2-} , HgCl_3^-), однак, за винятком тетрафлуороборатів, їх практичне застосування обмежене вимогами сучасної «зеленої хімії» [1].

Існує ще одна перспективна група діазонієвих солей, які можуть слугувати стабільними «діазонієвими» будівельними блоками — це ароматичні діазонієві солі з арилсульфонатними аніонами ($\text{Ar}_1\text{N}_2^+\cdot\text{Ar}_2\text{SO}_3^-$). Хоча обмежена кількість таких сполук відома вже досить давно, їх синтез здійснювався лише опосередковано — шляхом йонного обміну з арилдіазоній хлоридами ($\text{ArN}_2^+\text{Cl}^-$). Хімічні властивості даних солей вивчалися лише частково, переважно в контексті реакцій азосполучення та синтезу окремих азобарвників [2].

Відомо, що тетрафлуороборати арилдіазонію мають низьку розчинність як у воді, так і в більшості органічних розчинників, що частково обмежує їхнє застосування в органічному синтезі. Натомість, важливою перевагою тозилатів арилдіазонію є їх висока розчинність у воді, спиртах, ацетоні, оцтовій кислоті, диметилсульфоксиді, диметилформаміді та ацетонітрилі. Завдяки їх достатній розчинності у воді відкриваються можливості проведення синтезів у водному та водно-органічному середовищах.

З метою дослідження реакційної здатності арилдіазоній тозилатів нами було вивчено процес їх дедіазоніювання в умовах реакції Гаттермана-Зандмейєра, а також проведено порівняння їх властивостей із відповідними тетрафлуороборатами арилдіазонію. Встановлено, що 4-метил-, 4-хлоро-, 4-бромо- та 4-нітрофенілдіазоній тозилати реагують з тетраметиламоній трифлуорометилсульфідом [3, 4] у водно-ацетоновому (1:1) середовищі, утворюючи продукти заміщення діазогрупи на трифлуорометилсульфідну – арилтрифлуорометилсульфіди (сполуки **1-4**).

Ці ж продукти **1-4** також були отримані альтернативним шляхом синтезу з відповідних тетрафлуороборатів арилдіазонію. В обох випадках відбувалося утворення однакових продуктів дедіазоніювання, що підтверджено визначенням їх основних фізико-хімічних констант (табл. 1).



1-4: R = Me (**1**); Cl (**2**); Br (**3**); NO₂ (**4**)

Таблица 1

Виходи, температури плавлення та дані елементного аналізу
арилтрифлуорометилсульфідів **1-4**

№ сполуки	Вихід, %*		Т. пл., °C	Знайдено	Обчислено	Формула
	А	Б		S	S	
1	74	56	99-101	16.73	16.68	C ₈ H ₇ F ₃ S
2	80	66	136-141	15.01	15.08	C ₇ H ₄ ClF ₃ S
3	81	73	151-152	12.51	12.47	C ₇ H ₄ BrF ₃ S
4	85	76	108-110	14.42	14.37	C ₇ H ₄ F ₃ NO ₂ S

* – А – тозилати арилдіазонію, Б – тетрафлуороборати арилдіазонію

Використання тозилатів діазонію в даній реакції дає ряд переваг, зокрема, дещо підвищується температура дедіазоніювання (на 10-15⁰C), виділення азоту проходить більш рівномірно, а в реакційних сумішах зменшується частка продуктів азосполучення та інших конкуруючих процесів. Також встановлено, що виходи арилтрифлуорометилсульфідів в цих умовах зростають на 15-20%.

Виходи продуктів дедіазоніювання є вищими в умовах купрокаталізу (74% (сполука **1**), 80% (**2**), 81% (**3**) s 85 (**4**)). При проведенні реакції за відсутності каталізатора виходи трифлуорометилсульфідів знижуються на 25-40% внаслідок проходження конкуруючих процесів азосполучення і перетворень аніоноїдного реагенту. При цьому температура виділення азоту зростає на 10-20⁰C.

Таким чином, тозилати арилдіазонію є більш м'якими, але і водночас високореакційноздатними сполуками, які можна використовувати як ефективні арилюючі реагенти в реакціях дедіазоніювання в присутності нуклеofilів. Особливо корисними будуть дані реагенти в реакціях з ненасиченими сполуками в присутності сильних нуклеofilів (реакціях аніонарилювання) [5], адже для їх проведення необхідна досить низька температура, яка іноді сягає нижче -30°C , що потребує активного охолодження реакційних сумішей. Зокрема, реакції тіоціанато-, О-алікілдитіокарбонато- та N,N-діетилдитіокарбаматоарилювання в більшості випадків, відбуваються енергійно при низьких температурах і є сильно екзотермічними. Зменшення швидкості взаємодії позитивно впливатиме на регіоселективність даних реакцій і дозволяє здійснювати їх кінетичний контроль.

Експериментальна частина

ІЧ спектри сполук **1-4** записані у вазеліновій олії (нуйолі) на спектрометрі SPECORD M80 в діапазоні $4000-400\text{ см}^{-1}$. Спектри ^1H ЯМР отримані в $\text{DMSO-}d_6$ на приладі Bruker Avance DRX-500 (500 МГц), зовнішній стандарт – TMS. Елементний аналіз проводили за стандартними методиками. Дані елементного аналізу відповідають брутто-формулам. Індивідуальність синтезованих сполук встановлювали методом тонкошарової хроматографії (ТШХ) на пластинках Silufol UV-254 (елюенти – бензол : метанол (3:1), метанол : ацетон : хлороформ (2:1:1)).

4-Метилфенілтрифлуорометилсульфід (1)

До 1.9 г (0.011 моля) триметиламоній трифлуорометилсульфіду і 0.2 г (0.0005 моля) гексагідрату купрум(II) тетрафлуороборату в 75 мл водно-ацетонової (1:1) суміші при охолодженні до -20°C додавали невеликими порціями 3.3 г (0.011 моля) тозилату 4-метилфенілдіазонію. Азот виділявся впродовж 30 хв. при температурі -5°C . Після припинення виділення азоту реакційну суміш обробляли 30 мл діетилового етеру, витяжки промивали водою і сушили безводним хлоридом кальцію CaCl_2 , залишок витримували при -25°C впродовж 2 діб в результаті чого проходила його повна кристалізація. Після перекристалізації одержаної твердої фази з хлороформу одержали 1.6 г (74%) сполуки **1** у вигляді безбарвних кристалів з температурою плавлення $99-101^{\circ}\text{C}$. ІЧ-спектр (ν , см^{-1}): 1204, 1484 ($-\text{S}-\text{CF}_3$), 808 (δ_{CH} бензольних ядер). Спектр ^1H ЯМР (δ , м.ч.): 7.36 д, 7.18 д (4H, C_6H_4); 2.31 с (3H, $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4$). Знайдено, %: S 16.73. $\text{C}_8\text{H}_7\text{F}_3\text{S}$. Обчислено, %: S 16.68.

Сполука **1** з виходом 56% одержана також на основі тетрафлуороборату 4-метилфенілдіазонію.

4-Хлорофенілтрифлуорометилсульфід (**2**), 4-бромфенілтрифлуорометилсульфід (**3**) і 4-нітрофенілтрифлуорометилсульфід (**4**) синтезовані за аналогічною методикою.

Продукти дедіазоніювання **1-4** також були синтезовані в некаталітичних умовах (без додавання в реакційну суміш купрум(II) тетрафлуороборату).

Перелік інформаційних джерел

1. Mo F., Qiu D., Zhang L., Wang J. Recent development of aryl diazonium chemistry for the derivatization of aromatic compounds. *Chemical Reviews*. 2021. V. 121(10). P. 5741-5829.
2. Mihelač M., Siljanovska A., Košmrlj J. A convenient approach to arenediazonium tosylates. *Dyes and Pigments*. 2021. V. 184. P. 108726.
3. Adams D. J., Clark J. H. Preparation of trifluoromethyl aryl sulfides using silver (I) trifluoromethanethiolate and an inorganic iodide. *Journal of Organic Chemistry*. 2000. V. 65(5). P. 1456-1460.
4. Xu X. H., Matsuzaki K., Shibata N. Synthetic methods for compounds having CF₃-S units on carbon by trifluoromethylation, trifluoromethylthiolation, triflylation, and related reactions. *Chemical reviews*. 2015. V. 115(2). P. 731-764.
5. Grishchuk B. D., Gorbovyi P. M., Baranovskyi V. S., Ganushak M. I. Catalytic and non-catalytic reactions of diazonium aromatic salts with alkenes in the presence of nucleophiles. *Journal of Organic and Pharmaceutical Chemistry*. 2008. Vol. 6 (3). P. 16-32.

УДК 620.197.3

Бондар О.С., Завада Д.М., Курмакова І.М.

Національний університет „Чернігівський колегіум” імені Т.Г.Шевченка

ПРОТИКОРОЗІЙНА ДІЯ ПОХІДНИХ ОКСОДІАЗОЛУ У КИСЛОМУ ХЛОРИДНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Досліджено інгібувальну дію похідних 1,2,4-оксодіазол-3-аміну при електрохімічній корозії сталі у кислому хлоридному середовищі, яка залежить від ступеня протонування та форми існування молекул. Сполуки, які у корозивному середовищі є протонованими по атому Нітрогену оксодіазольного циклу виявляють ступінь захисту від електрохімічної корозії до 92%, переважно гальмуючи анодний процес розчинення металу.

Ключові слова: корозія, інгібітори, похідні оксодіазолу.

The inhibitory effects of 1,2,4-oxodiazole-3-amine derivatives on the electrochemical corrosion of steel in an acid chloride medium have been investigated. The effectiveness of these compounds depends on the degree of protonation and their molecular form. Compounds that are protonated at the Nitrogen atom of the oxodiazole